

中国南部錫矿工業类型和 勘探方法的初步总结

莫柱孙 李洪謨 康永孚 合著

地质出版社

中国南部錫矿工業类型和 勘探方法的初步总结

莫柱孙 李洪謨 康永孚
合 著

地质出版社

1958·北京

本書是 1953—1954 年兩年間對中南地區錫礦勘探的技術經驗小結，由原在該區工作的技術負責人莫柱孫、李洪謨及康永孚三位工程師共同編寫而成。

本書內容共分四部分。(1)錫礦的工業類型：採用“礦系”的概念，作了全面劃分的嘗試，進而分別論述各個礦系和類型的特徵與其工業價值；(2)勘探方法：概述普查和勘探的程序、作法、要求以及勘探方法和設計；(3)採樣、品位和儲量計算：分別就採樣、加工和化驗工作的具體作法、要求、品位問題以及儲量計算的方法、步驟等作了較系統的介紹；(4)資料編錄：扼要提出資料編錄的基本要求與內容作法。

本書內容雖系短時的、局部的經驗，但仍具有很大的實用意義和參考價值。它可供從事有色金屬（特別是錫礦和脈狀礦床）的地質工作者的參考，也可供中等技術學校教學的參考。

中國南部錫礦工業類型和 勘探方法的初步總結

著 者 莫 柱 孫 等

出版者 地 質 出 版 社

北京宣武門外永光寺西街3號

北京市書刊出版業營業許可證出字第050號

發行者 新 華 書 店

印刷者 地 質 印 刷 廠

北京廣安門內教子胡同甲32號

印數(京)1—1,300冊 1958年4月北京第1版

開本31''×43'' $\frac{1}{4}$ 1958年4月第1次印刷

字數 90 000 字 印張4 $\frac{1}{2}$ 插頁 4

定價(10)0.65元

目 录

緒 言

一、錫矿的工業类型	7
(一)含錫偉晶岩矿系的矿床	11
(二)黑錫矿-石英矿系的矿床	12
1. 云英岩型矿床	12
(1)帶狀云英岩 (2)網脉狀云英岩 (3)柱狀和囊狀云英岩	
2. 長石-石英型矿床	17
3. 黑錫矿-石英型矿床	21
(1)大脉和大脉帶 (2)細脉帶	
(3)網狀脉或網脉狀矿体 (4)細脉浸染狀矿体	
4. 黑錫矿-輝銻矿-石英型矿床	29
(三)白錫矿-石英矿系的矿床	30
1. 矽嘎岩型矿床	30
2. 白錫矿-石英型矿床	33
3. 重晶石-石英型矿床	34
4. 錫、金、銻-石英型矿床	34
二、勘探方法	35
(一)勘探程序	35
1. 矿区普查工作	36
2. 外围普查工作	39
3. 各勘探阶段的具体任务	42
(1)初步勘探 (2)詳細勘探 (3)生产勘探	
4. 普查勘探过程分类	44

(二) 勘探方法	44
1. 矿体的追索和圈定方法	45
2. 勘探类型和勘探网密度	46
3. 储量等级要求	47
4. 方法的选择	51
5. 进行方式	52
6. 经济效果的比较	53
(三) 勘探设计的编制和应注意的几个问题	55
1. 勘探设计的重要性	55
2. 勘探设计的编制	55
(1) 编制及提交程序 (2) 审查程序和时间 (3) 设计的内容和要求	
3. 应注意的几个问题	58
(1) 当前计划和远景计划的配合问题 (2) 勘探设计和生产设计的配合问题	
(3) 勘探设计中的时间观念 (4) 计划的灵活性和预见性	
(5) 预期储量的准确程度和高品位样品的处理问题 (6) 各级预期储量的比例问题	
(7) 加强科学研究是保证勘探设计正确、全面和及时的根本条件	
三、采样、品位和储量计算	64
(一) 试料的采取、加工和化验	64
1. 采样方法	64
(1) 坑内采样 (2) 地表采样 (3) 重砂采样 (4) 岩心采样	
2. 试料的加工	68
(1) K 值的测定 (2) 样品的合併 (3) 损耗率的規定	
(4) 最后试料的粒度和重量	
3. 化验类别和要求	71
(1) 化验类别 (2) 化验分析的允许误差和修正系数	
(二) 品位问题	74
1. 研究品位变化规律的重要性	74
2. 矿石产状和优质品位样品的处理	75
3. 含矿系数	76
(三) 储量计算	78
1. 块段法	78
(1) 块段的圈定 (2) 各级储量的圈定	
(3) 矿石体重的测定 (4) 储量的计算	
2. 断面法	85

3. 直綫法	87
4. 矿床的地質条件对于儲量計算的影响	90
(1) 矿脉品位的变化 (2) 矿脉宽度的变化 (3) 矿脉長度的变化	
(4) 矿脉的構造 (5) 圍岩的蝕变和矿化 (6) 細脉帶的处理	
(7) 附产金屬儲量的計算	
四、資料編录	93
1. 資料編录的基本要求	93
(1) 及时作好原始記錄的整理工作 (2) 圖例的統一和标准化	
(3) 所有圖幅都要有坐标綫 (4) 坑道、矿脉和試料的編号,	
須力求統一和依照一定次序	
(5) 文字說明須簡明扼要, 并加标点符号 (6) 所有文字符号必須依照一定次序編排	
2. 資料編录的內容和做法	96
(1) 一般規定 (2) 原始地質資料 (3) 綜合地質資料	
五、結束語——錫矿地質勘探工作的几个原則	102

緒 言

中国南部鎢矿經過兩年来的地質勘探，对于一些地区面积較广和矿床規模較大的矿山，在矿床的产状和基本性質上已經积累了一些原始資料，在勘探工作的布置和方法上也已获得了一些初步經驗。虽則由于鎢矿分布面积極广，矿床的成因类型和工業类型極為复杂，我們所得到的有限的局部的經驗，还不足以对鎢矿的工業类型和勘探方法作出一个比較全面的和概括的总结，但是，一般的說来，我們这些資料和經驗是从勘探中国南部几个典型鎢矿得来的，它对于其他同样或相似类型的鎢矿，有着一定的实用意义和价值。必須指出，我們这些初步經驗，都是在党和政府的正确领导和苏联專家偉大無私的具体指导下，通过学习和运用苏联先进的地質理論和工作方法获得的。在今后进一步展开規模更大、种类更多的鎢矿地質勘探工作中，这些初步經驗也急待于补充和修正。同时，地質工作是一种科学工作，正如其他科学工作一样，是由粗到精、由表到里，由全面的概括了解到局部的具体了解，又由局部的深刻認識到全部的正确評价的。兩年來我們虽然积累了不少原始資料和工作經驗，但由于缺乏綜合研究工作，这些資料和經驗始終还没有整理和总结，借以对今后鎢矿地質勘探工作指出一个总的方向和总的做法来。換句話說，我們对于祖国这一部分又丰饒又偉大的宝藏的認識，还只是停留在原始材料的堆积和工作方法的嘗試阶段，还没有提高到較高的理論和認識水平。这种情况不但妨碍着我們对工作方法进一步的改进，更严重的是使我們無法看出較远的方向。随着国家社会主义工業化的飞躍前进，祖国正急需更多更好的鎢矿原料基地。如果我們的工作始終停留在“就矿探矿，見矿吃矿”阶段，則很难赶得上祖国对鎢矿原料日益增長的需要。就是在这个認識的基础上，我們試来着手將兩年來在鎢矿地質勘探工作中所得到的材料，加以初步整理，草成这个总结，以供同志們参考和討論，希望同志們多提意見和批評，使它随着今后工作的前进，得以逐步地加以补充和修正。

一、鎢礦的工業類型

對於鎢礦的工業類型，這裡是仿效蘇聯 C. C. 斯米爾諾夫對於錫礦工業類型的分類法，予以初步劃分的。在 C. C. 斯米爾諾夫錫礦分類法中，最主要的一點就是“礦系”這一概念的創立。所謂礦系：“即是礦物成分相似、礦石結構以及形狀和成因相近的礦床總合”。“當鑑別每一礦系和礦床類型時，主要的不是注意其成因特徵和詳細的礦物成分，而是礦床的形態和錫在礦體中的分布，因為這對於評價礦床有最重要的意義”（見參考文獻 1）。根據兩年來我們對於中國南部幾個典型鎢礦的勘探和評價的初步經驗，證明 C. C. 斯米爾諾夫錫礦分類法對於鎢礦也是適用的，這不僅由於鎢礦床的生成在地質環境、產狀條件及礦石結構上均與錫礦有許多相近之處，而且在勘探工作的布置和方法上，它們有許多也是相同的。事實上，在中國南部許多鎢礦礦床之中，通常都含有錫礦。在特殊情況下，錫礦的含量會等於鎢礦的百分之幾至十分之幾，這就造成了所謂“高錫”鎢礦床；在有些錫礦中，鎢礦常常也是重要的產品。因此，就目前已有的材料看來，拿錫礦的分類法作為劃分鎢礦工業類型的標準，我們認為是合理的。下面就是我們仿照 C. C. 斯米爾諾夫錫礦分類法所編成的原生鎢礦分類表（表 1）。

根據下表，鎢礦類型和錫礦類型雖然有許多相同或相似的地方，但實際上它們之間的差異也是很大的。如果忽視了鎢礦這些特殊的性質，那對於遠景評價和礦床勘探，將會走彎路甚至犯錯誤。在討論各個鎢礦類型之先，為了使我們對於鎢礦這些特性有一個全面的概念，下面試將它們列舉出來，這對於了解以後的討論是較為有利的。

鎢礦工業類型和錫礦工業類型的比較：

1. 對於錫礦來說，偉晶岩礦系和雲英岩類型雖然不是最主要的和最好的類型，但這兩個類型特別是雲英岩類型在某一些特殊的地質條

表 1

編號	矿床的矿系	矿床类型	矿物成分	矿化作用	矿体产状	围岩	岩性	蚀变类型	与矿床生成有关的侵入体
1	偉晶岩矿系	石英-鉀長石	石英、鉀微斜長石、斜長石、正長石、鈉長石、白雲母、綠輝石、綠柱石、黃晶、錳石、錳礦、錳石	气相高温 热液作用	囊狀 脉狀或不規則狀	主要为超 酸性或微酸性 花岗岩，其次 为变质頁岩	無显著蚀 变，仅見鉀 鉀矿矿染	8	9
2	黑銅矿- 石英矿系	云英岩	石英、白云母、白云母（含釷）、毒 螢石、电气石、黃晶、鈦礦、独 居石、黑銅礦、錳石、白銅矿、 錳矿、黃鉄矿、白鐵矿	气相高温 热液交代作 用	脉狀、帶 狀、網狀、 柱狀或囊狀	同上	石英相、 白云母相、 白云母-白 雲母、有砂 化及紅長石 化外帶	同上	同上
		長石 石英	石英、正長石、黑雲母、黃 綠柱石、白云母、方解石、輝鉍 礦、錳石、錳黃鉄矿、白銅矿、 閃鋅矿、方鉛矿	高温热液 作用	矿脉：單 脈、平 行細脉或細 脉帶	同上	云英岩 相 与上 同	同上	同上
		石英	石英、斜長石、綠柱 石、电气石、石榴子石、方解石、 輝鉍矿、螢石、錳石、方解石、	同上	矿脉：單 脈、平 行細脉、細 脉帶	主要为变 質砂岩、岩 漿岩，部分 是花岗岩	主要为砂 岩、电气石 化、其次为 白云母或 黑雲母岩 性花岗岩		

件下，它的工業价值还是很大的。可是，对于鎢矿來說，这两个类型的工業价值就远不如对于錫矿那么重要了。在一般的情况下，偉晶岩和云英岩矿床的含錫量都大大超过含鎢量，在最好的情况下，含鎢量也至多和含錫量相等，只有極个别的情况是含鎢量超过含錫量的。这就是說，偉晶岩矿系和云英岩矿床，对于錫矿的生成是較鎢矿为有利的。

2. 在錫矿床中，錫石几乎是唯一的具有工業价值的含錫矿物，黝錫矿只有在个别場合之下才是重要的。可是，在鎢矿床中，具有工業价值的含鎢矿物就不只一种了。除了黑鎢矿之外，白鎢矿也同等重要，并且它的發展前途很大。它們都能各自独立地構成具有經濟价值的矿体和矿床。因此，在考虑鎢矿工業类型的时候，对于这两种矿物所構成的，無論在矿物組合或产狀上都各有不同特点的矿床，就不得不給以特別的注意和处理了。基于这个理由，我們就將主要含黑鎢矿的石英矿体和主要含白鎢矿的石英矿体分別地各列一类。虽則目前我們对后一类矿体的勘探經驗还不如前一类矿体，但我們認為这样將它們分开来，对于今后的勘探工作是有好处的。这至少可以提醒我們，在勘探白鎢矿-石英矿系矿床时，不要將勘探黑鎢矿-石英矿系矿床的經驗生吞活剥地搬用过去，而應該很好地考虑到这个矿系的特点，采用一种較為适用的勘探方法。

3. 对于錫矿來說，錫石-石英矿系并不是最重要的，它的工業价值往往远遜于錫石-硫化物矿系。可是对于鎢矿來說，黑鎢矿-石英矿系和白鎢矿-石英矿系都是最主要和最有价值的类型。据目前所知，几个規模較大和品位較好的鎢矿，都是屬於这两种类型。这可以充分地看出生成鎢矿的最有利的地質环境和条件，和錫矿是大大不同的。如果我們說在灰質岩層和火成岩接触的地帶对于錫矿的生成常常十分有利，从而說錫矿是一种“亲石灰岩的”矿床，那么在鎢矿之中，白鎢矿更应当如此；而黑鎢矿則适得其反，在与石灰岩接触帶有关的矿床里，黑鎢矿是很少見的，具有工業价值的矿床就更少見。

4. 对于錫矿來說，矽鹼岩类型不过是錫石-硫化物矿系中一个特別的而且在工業价值上是不重要的类型，但对于鎢矿來說，矽鹼岩类

型常常構成規模極大和價值極高的白鎢礦床。

5. 對於錫礦來說，錫石-硫化物礦系是價值最大的類型；但在中国南部鎢礦之中，這種礦系尚無發現。可能這種類型的地質環境，對於鎢礦的生成是不適宜的。

對於鎢礦特性有了這些比較概括的認識之後，我們就可以分別討論各個類型的特徵和價值。

一、含錫偉晶岩礦系的礦床

正如錫礦一樣，鎢礦的偉晶岩礦系與中深花崗岩侵入體有緊密的聯繫，這些礦床通常產於中等規模的侵入體（岩株、岩瘤、岩鐘）的頂部或穿入圍岩之中。圍岩大部分是經過輕微變質的砂岩和頁岩，也有少部分是角頁岩和雲母石英片岩的。

含錫偉晶岩脈可分為兩種：一是簡單的偉晶岩脈，一是複雜的偉晶岩脈。前者主要成分為石英、正長石和鉀微斜長石，其他共生礦物極少見。這種偉晶岩脈通常含錫礦極微。后者除了石英、正長石和鉀微斜長石外，還含有多種共生礦物：如白雲母、鋰雲母、鈉長石、綠柱石、石榴子石、电气石、黃晶、螢石、輝鉬礦、錫石等。這種偉晶岩脈雖然含黑鎢礦，但為量很少，無工業價值。

偉晶岩脈兩旁的花崗岩無顯著蝕變現象，有時僅稍有輝鉬礦礦染而已。

偉晶岩礦體一般成脈狀產出，有時亦呈囊狀或不規則的瓜藤狀。但是，即使是脈狀偉晶岩礦體，也多半是侵入岩體中沿着膨縮無定的斷裂裂隙生成。因此，每沿礦脈的走向和傾斜都變化很大，它的長度也很少有超過數十公尺的。至於囊狀或瓜藤狀的偉晶岩礦體，通常都是沿着侵入體中極其微細的裂隙生成，有時由於圍岩受後期熱液滲染和交代作用，也就是雲英岩化作用十分強烈的結果，使得礦囊和礦囊之間的通路不容易看出來。也有一些早期的簡單的偉晶岩礦體是在一種密閉系統的裂隙（如在岩漿結晶的半流動階段或過渡階段中所生成的扭破裂，充填在它里面的岩脈或礦脈，就是所謂盲脈）中生成的，它們很少含甚至完全不含黑鎢礦。本礦系的礦床一般含錫極微，規模

不大，数量也不多，它是沒有工業价值的。

二、黑鎢矿-石英矿系的矿床

本矿系的矿床，分布最普遍，規模最大，价值也最高，它是鎢矿中最重要类型之一。它的生成一般是和中深的花崗岩侵入体有关，但是，本矿系大部分产于变質的砂岩和頁岩之中，和花崗岩的关系不大容易看得出来，有些矿床的深度自地表往下 400—500 公尺，还没有达到花崗岩体的接触面，这样一来，矿体和花崗岩的直接关系就很难确定。可是，这一类产于变質岩中的鎢矿，規模有时是極大而价值是極高的，我們必須予以特別的注意和討論。

一般的說来，在黑鎢矿-石英矿系矿床的几个类型之中，工業价值最高的是石英类型，其次是長石-石英类型，云英岩类型又次之，輝鎢矿-石英类型無甚价值，仅独具一格而已。

1. 云英岩型矿床

含鎢云英岩型矿床一般富含錫石，黑鎢矿不过是副产品，只有極个别的情况才是主要产品。云英岩的生成，是富于气相成矿剂的热溶液，沿着花崗岩的破裂和孔隙充填、滲染和交代的结果。它的矿物成分除石英和白云母(含鋰)外，一般都含螢石，金屬矿物則有錫石、黑鎢矿、白鎢矿、毒砂、黃銅矿、輝鉬矿、黃鉄矿等。因为热溶液的化学成分随地而異，交代作用的次数和深淺强弱各有不同。因此，云英岩化的程度及随之而来的矿物成分，在种类上和数量上也变化很大。就它的形态和产状來說，大致可以分为下列三种：

(1) 帶狀云英岩 多沿含鎢石英脉兩旁生成，根据云英岩化的强度和云英岩与矿脉的空間关系，又可以分为三种情况：

A. 沿单独矿脉兩側生成的云英岩，最为常見，但蚀变范围不广。距矿脉愈远，云英岩化作用愈弱。云英岩化的物質和动力，显然是通过矿脉而来的。云英岩里矿化作用的强弱，随云英岩化的程度成正比。在产于花崗岩的矿脉兩旁，这一种帶狀云英岩最为常見(圖1)。它的厚度自数公分至 1 公尺不等，并且有的矿山可至数公尺。此种云英

岩含鎢較高者，局部可達工業標準。

根據某礦花崗岩蝕變強度的不同，從相帶觀點出發，帶狀云英岩大致可分以下各亞帶：

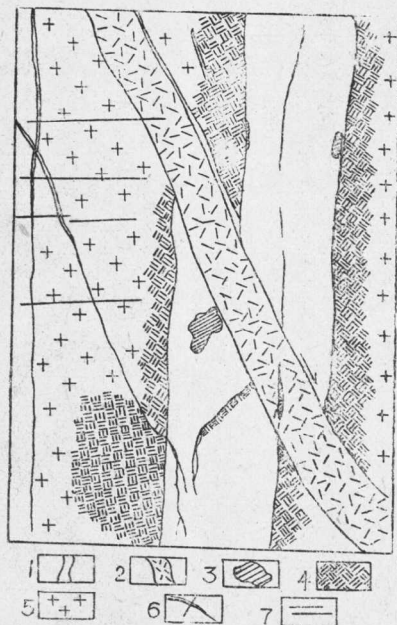


圖 1. 帶狀云英岩分布圖

1—石英脈；2—長英岩脈；3—金屬礦物；
4—云英岩；5—花崗岩；6—后期石英脈；
7—后期節理

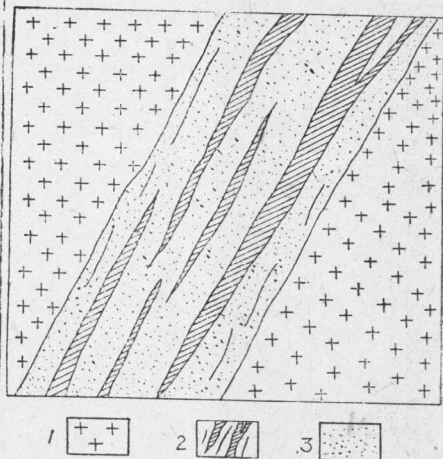


圖 2. 沿破裂帶生成的云英岩示意圖

(a) 石英或白云母(含鋰)單礦物相帶，前者石英含量達85%以上，后者白云母(含鋰)含量則達90%以上。二者往往是有其一則缺其一。

(6) 石英-白云母相帶，即標準云英岩帶。石英含量為55—85%，白云母(含鋰)含量為15—45%，螢石分布普遍，金屬礦物則有黑鎢礦、白鎢礦、錫石、輝鉬礦、毒砂、黃銅礦及黃鐵礦等。

(b) 云英岩化花崗岩，石英含量比正常花崗岩較多，長石局部蝕變為白云母而游離石英，因此，石英多包含於長石之中。在此帶中，一般只發現有黃鐵礦滲染。

云英岩化花崗岩之外，一般尚有矽化及紅長石化花崗岩，再往外即為未蝕變的斑狀花崗岩。

E. 沿破裂帶生成的云英岩。这一种云英岩基本上是和前一种相同的，主要的差別是前一种云英岩是在矿脉的兩旁，而这种云英岩則包含在矿脉之內（圖 2）。它們这种在产状上的差別，对于开采工作有很大的关系，而需要加以不同的处理。因为在矿脉兩旁的云英岩，如果它的品位不够工業标准，則开采时可以將它除掉；但包括在矿脉里面的云英岩，不管它的工業品位如何，在开采时都不得和矿脉一起开采出来。这种沿破裂帶生成的云英岩，實質上是包含在石英脉里的圍岩經過云英岩化的結果，通常破裂帶中的裂隙是比較發達的。因此，这种圍岩的云英岩化一般都很强烈和很透徹，構成一些特征很显著的石英脉和云英岩的混合帶。这种云英岩一般含錫較高，含鎢較低。

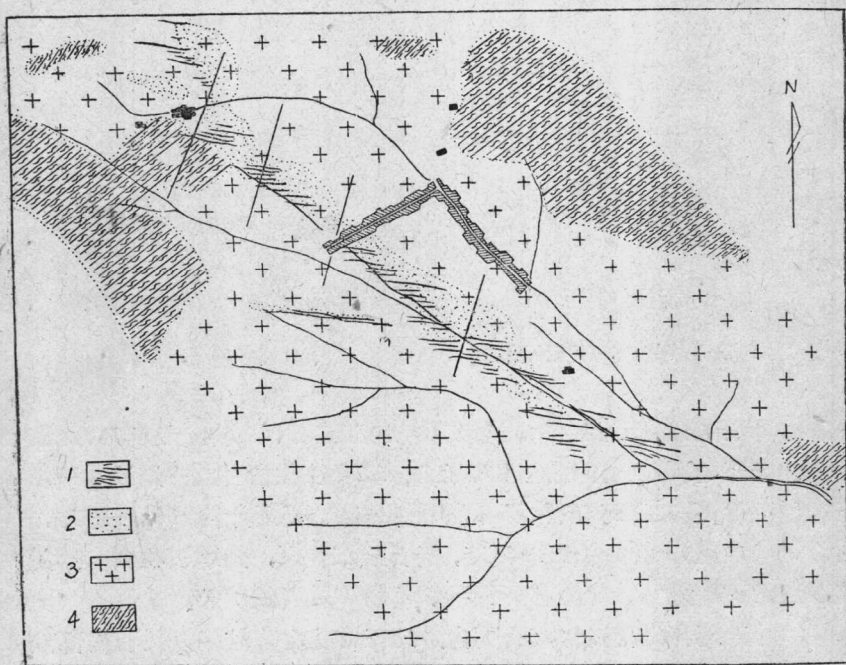


圖 3. 密集細脉帶狀云英岩矿床一例

1—錫矿脉；2—片麻狀云英岩；3—花崗岩；4—千枚岩、板岩、石英岩

根据破裂帶的性質，又可以分为單一的或簡單的破裂帶和密集的和复杂的破裂帶。前者之中，云英岩和圍岩的界綫常常很明显；而后

者則否，往往使一定範圍內的圍岩都變成了云英岩（圖3）。

B. 云英岩帶。在有些較小的花崗岩體里，常常有許多平行礦脈，礦脈兩側發生強烈云英岩化，使整個岩體都變成了致密的塊狀的云英岩（圖4）。這一方面是由于花崗岩的體積較小，破裂較大，一方面也由于礦脈的間距較密，因而造成了云英岩帶。岩帶之中，較大礦脈間距一般為20—30公尺，大脈之間常常還穿插着一些較小的礦脈。云英岩的礦染程度，並不均勻，除黑鎢礦和錫石外，有些還富含黃銅礦。

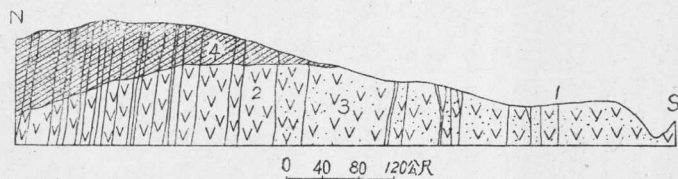


圖4. 帶狀云英岩一例

1—礦脈；2—云英岩；3—花崗岩；4—砂岩

(2) 網脈狀云英岩 產于花崗岩中密集的、縱橫交錯的細小裂縫十分發達的地區。根據某地的觀察，這些網狀脈最少由四組走向不同的細脈組成。其中最發育的走向為北 35° — 40° 西和北 25° 東兩組，其次是走向北 5° 西和北 85° 西的兩組。這些網狀細脈，大部分都是石英脈（也有少部分是偉晶岩脈），脈旁云英岩化強烈，產生多量電氣石，一部分圍岩甚至變成電英岩。礦脈中和云英岩中除產錫石和黑鎢礦外，並盛產獨居石和鈦鐵礦。

在有些礦區，隨著云英岩化作用的減弱，網脈狀云英岩會遞變而為含錫石和黑鎢礦的花崗岩，但其中錫石占絕對多數，黑鎢礦僅占微量。由于裂隙極其微細，肉眼看不見石英脈，這些錫、鎢礦物就活像花崗岩的原生成分一樣。

(3) 柱狀和囊狀云英岩 在某些地區，囊狀云英岩在表面上看來，似乎和四面的圍岩是沒有通路的，實際上這是富含氣相物質沿着花崗岩中極其微細的裂隙充填滲染和交代的結果。這些微細的通路是肉眼看不見的，但云英岩化往往十分強烈，而且常常生成豐富的礦巢。柱狀云英岩的生成過程也差不多，它含礦往往也很高，構成一種煙筒

狀矿体。

综上所述，根据形状和产状，云英岩型矿床的分类可列成下表：

云英岩型矿床分类表

表 2

編號	类 型	产 状 特 征
1	帶狀云英岩	(1) 沿单独矿脉兩側生成的云英岩：不規則的帶狀，寬自數公分至 1 公尺，有时可达數公尺 (2) 沿破裂帶生成的云英岩：或包含在石英脉之內，形成云英岩和石英脉的混合帶；或沿密集的破裂帶形成了塊狀岩体 (3) 云英岩帶：間距較小的平行矿脉之間的圍岩完全变成云英岩，形成面积广大的云英岩体
2	網脉狀云英岩	細脉充填滲染交代，由兩組以上走向不同的裂隙構成
3	柱狀、囊狀云英岩	矿巢、矿管，肉眼不能識別它与圍岩的通路

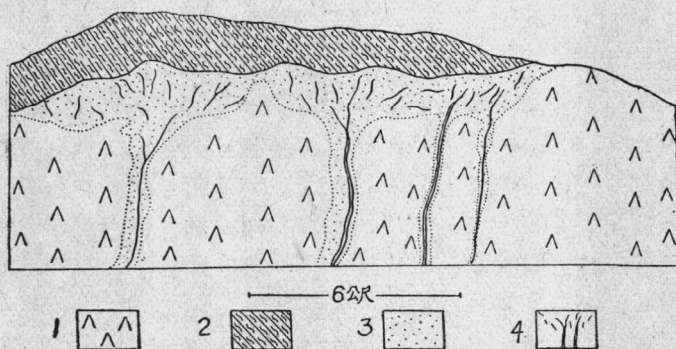


圖 5. 微透水岩層底下云英岩化的集中現象

1—花崗岩；2—千枚岩；3—云英岩；4—石英脉

如上所述，云英岩多半是产于花崗岩体的頂部破裂發達之处。如果这些部分还盖着透水性不大的沉积岩層，則由于富于气相的热液溶液的被阻塞，这些热液將在花崗岩的頂部無孔不入，形成無數的細脉，并使云英岩化作用获得高度的發育，常常生成具有开采价值的錫、鎢矿床（圖 5.）。